

UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA



VISITA LÍNEA 3 DEL METRO DE SANTIAGO

DESARROLLO DE UN PLAN DE EMERGENCIA PARA RESPONDER RÁPIDAMENTE A UNA GRAN INFILTRACIÓN DE AGUA A TRAVÉS DE UNA GRIETA EN LA PARED DEL TÚNEL CREADA POR UN TERREMOTO



$$\sum_{i=1}^{6} i$$

CONSULTORA: SUMATORIA DE 1 HASTA 6

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

INTEGRANTES:

VALENTINA CAAMAÑO

FRANCISCA LAMOZA

JAVIERA OYANEDER

DIEGO PÉREZ

FRANCISCA PREUSS

ISAAC URRA

SANTIAGO, 30 DE JUlIO DE 2018



UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

DEPARTAMENTO
DE OBRAS CIVILES

TABLA DE CONTENIDOS



UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA



I. RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto realizado por nuestra consultora ∑i consiste en el desarrollo de un plan de emergencia para un rápido actuar contra posibles daños provocados por una infiltración de agua; la cual puede ser causada por diversos factores, entre ellos, un movimiento sísmico. Para la totalidad de su desarrollo se necesita una contextualización de los elementos que constituyen una estación de metro, ya que esta puede verse afectada, lo que interrumpiría el normal funcionamiento de la red de Metro de Santiago S.A.

¿Quiénes somos?
Somos ∑i, consultora altamente experimentada en temáticas de construcción de túneles y estaciones de metro. Nuestro equipo de expertos es: Valentina Caamaño, Francisca Lamoza, Javiera Oyaneder, Diego Pérez, Francisca Preuss, Isaac Urra.

Enfoque de nuestro proyecto
Como consultora estamos orientados principalmente en la nueva línea 3 del metro de Santiago, ya que nuestra investigación se basó en la estación Universidad de Chile. Para la obtención de un trabajo más completo y minucioso se realizó una visita a terreno a esta estación.

II. INTRODUCCIÓN

Con respecto a la contingencia nacional, política y económica, la cual se trata de los recursos que se inyectan cada año desde el presupuesto fiscal al transporte público, y se critica si hay una relación coherente entre todo el dinero que se entrega y la calidad del servicio que se devuelve. Pero centrándose en el metro de Santiago y teniendo una visión un poco más amplia que la de vagones llenos, evasión, y delincuencia; en realidad ¿Chile le toma el peso a la calidad de la obra y la magnitud de un proyecto como el metro en la región metropolitana?

La construcción del proyecto Metro comenzó alrededor del 1968 y 1969, tras la creación de la Dirección General de Metro a cargo del MOP (Ministerio de Obras Públicas). La primera técnica para construir las estaciones fue la de corte y cubierta, método que muy pronto fue cuestionado y debió ser cambiado por el método NATM (New Austrian tunneling method). Para el año 2000 ya estaban construidas las líneas 1,2 y 5 del metro de Santiago casi como las conocemos hoy en día, la línea 4 estaba planificada y la línea 3 había sido postergada por años.

En la actualidad, la línea 3 está pronta a ser inaugurada y la consultora

$$\sum_{i=1}^{6} i$$

ha tenido la oportunidad de ir al lugar donde se encontrará la estación Universidad de Chile. A lo largo del siguiente informe se compartirán preguntas de interés general respecto a temas de natural relevancia y, junto con esto se exponen actividades relacionadas con la visita.

III. HISTORIA DEL METRO

La idea de que Santiago contara con un medio de transporte masivo surge en la segunda mitad del siglo XX, cuando se toma conciencia del crecimiento demográfico de la ciudad; es así como en 1965 se desarrolla una Comisión Asesora del Gobierno, la cual determinó que existía la necesidad de recurrir a profesionales extranjeros para resolver los problemas presentados por la Oficina de Proyectos Especiales de Equipamiento Metropolitano. Por esto en 1968, se recomienda la construcción de un metro.

EL 24 de octubre de 1968, durante el mandato de Eduardo Frei Montalva, se firma el nacimiento del Metro de Santiago; quedando el proyecto en manos de la Dirección General de Obras Públicas a través de la Dirección de Planeamiento. Esta última; comienza a trabajar en 1969 en el desarrollo del proyecto. Primeramente, se lleva a cabo en la Alameda con excavaciones a tajo abierto, seccionando la calle en trincheras.

En 1975; se inaugura el Metro de Santiago, específicamente la línea 1, que en 1977 fue extendida hasta Salvador. A continuación; se inauguran la línea 2 (1978), la línea 5 (1998), la línea 4 (2005) y la línea 6 (2017).

En la actualidad; el Metro se ha ampliado de tal manera que conecta la gran mayoría de Santiago, ya sea en superficie o subterráneamente. Las nuevas tecnologías han cambiado la forma de construcción de los túneles además de la arquitectura de las estaciones.

III.i LÍNEA 3

En 2011, durante el mandato de Sebastián Piñera, comienza la construcción de la línea 3 del metro de Santiago. La que consta de 22 km de extensión y, 18 estaciones de aproximadamente 120 metros. Esta se encargará de unir Quilicura con La Reina en un poco más de 31 minutos, se espera sea inaugurada en el segundo semestre de 2018.

Nuestra empresa, tuvo la oportunidad de conocer la nueva estación Universidad de Chile, la cual fue construida con el método NATM. Este tipo de construcción condensa todos los esfuerzos sísmicos, lo que es muy importante en un país como Chile.

IV. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO BAJO SANTIAGO

El suelo de Santiago se constituye superficialmente de morrenas con piedra pómez, rodados y tierra fina de carácter limoso (ilustración 1). Este tipo de suelo se conoce como suelo fino o polvillo, el cual disminuye su espesor en las zonas donde existe una mayor perturbación ocasionada por los ríos. Su granulometría se concentra principalmente en suelo fino, arena y grava.



Ilustración 1- Encontramos morrenas con piedra pómez (1), rodados (2) y tierra fina de carácter limoso (3).

Fuente: http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/06/01/93482

Una característica muy importante es la compresibilidad, ya que si una carga es aplicada a una capa de terreno compresible este disminuirá su volumen. En el caso de Santiago, el suelo es principalmente incompresible gracias a la presencia de gravas y arenas en su estructura.
Con respecto al efecto de los terremotos en este tipo de suelo, las vibraciones provocarán una baja amplificación de las ondas sísmicas. Pero los aumentos y disminuciones de las cargas provocadas influirán en los sitios que contengan zapatas (cimientos superficiales), ya que la reacción de este tipo de suelo a compresión es muy rápida. Para evitar esto, se deben absorber los efectos sísmicos con muros que se encuentren en ambos sentidos.

V. VISITA A LA ESTACIÓN UNIVERSIDAD DE CHILE

V.i INFORME DE LA VISITA

a. Construcción

El método de excavación utilizado en las primeras construcciones del metro fueron los llamados "corte y cubierta", en los cuales se cava una zanja desde la superficie, pero este tipo de excavación generó molestias en la gente que vivía en los alrededores, por ende, en la actualidad se utiliza el método NATM "New Australian Tunneling Method", que se basa en una excavación por partes del túnel y su rápida fortificación (ver ilustración 1). Además, este nuevo método permite abaratar costos.

La excavación por partes se realiza en avance y se procede al sostenimiento del terreno con una primera capa de hormigón proyectado, la colocación de cerchas y una segunda capa de hormigón proyectado. A continuación, se sigue con la colocación de bulones que aseguran las cerchas. La excavación de la segunda parte del túnel se realiza en dos partes: Se excava una primera bancada más ancha e inmediatamente después se realiza la prolongación del sostenimiento, solapando las cerchas mediante proyectado de hormigón. Luego se realiza la excavación de la siguiente bancada y repitiendo el proceso se logra excavar por completo el túnel.

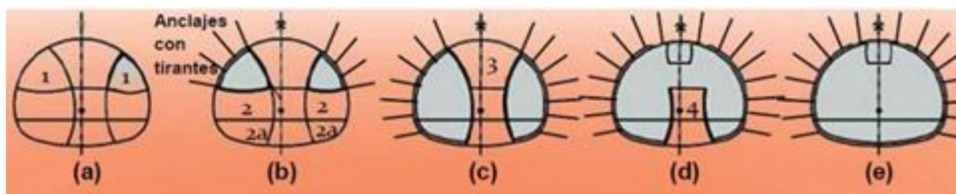


Ilustración 2- Modelo de excavación por NATM.

Fuente: https://aula.usm.cl/pluginfile.php/2477007/mod_resource/content/1/Introduccion%20Mod.pdf

Las primeras líneas que fueron construidas fueron las líneas 1 y 2. El suelo de Santiago en el área perteneciente a estas líneas está constituido por gravas arenosas y, bajo este, una grava arenosa arcillosa. Pero esto no fue un problema para la excavación de túneles ni la creación de la red de metro.



Ilustración 3- Plano de red del metro de Santiago.

Fuente: http://www.adnradio.cl/images/20180502a0c2789.jpg

b. Creación Hormigón Proyectado

El uso de hormigón proyectado (ver ilustración 3), es primordial en la excavación y construcción de túneles. Este consiste básicamente en proyectar a altas velocidades hormigón (una mezcla de cemento y agua) sobre las paredes del túnel, impulsado por aire comprimido a través de mangueras.

Es una mezcla de carácter seco y que se consolida por la fuerza de impacto provocada por la gran velocidad con la que se dispara. Permite una impermeabilización ya que no posee poros y además garantiza resistencias mayores y una buena consolidación en las estructuras donde se aplique, que en este caso sería en las paredes de un túnel.



Ilustración 4- Hormigón proyectado siendo utilizado para el sostenimiento de un túnel.

Fuente: http://bestsupportunderground.com/wp-content/uploads/2015/05/foto2.jpg

c. Capacidad, Seguridad y Salud de los Trabajadores
   En el ámbito de la seguridad de los trabajadores, siempre han de usar los debidos elementos de seguridad tales como casco, mascarilla, chaleco reflectante, zapatos de seguridad, entre otros. Ingresan al área de trabajo a través de un pique, que a la vez permite también la ventilación del túnel.



Ilustración 5- Pique de ingreso de trabajadores.

d. Suelo

Excavación:

La elección del método de excavación de un túnel depende de varios factores dentro de los que destacan el tipo de terreno a excavar y su longitud. Para elegir el método de excavación, se deben tomar en cuenta varios factores, tanto económicos como de tiempo de ejecución.

La maquinaria utilizada para estas excavaciones es generalmente: martillos manuales, martillos hidráulicos o utilización de track dril.

Existen diversos tipos de excavación de túneles, entre ellos se encuentran:

1.1 Excavación mediante el uso de explosivos: Se debe tomar en cuenta que producen vibraciones que hacen muy complicada su utilización en zonas urbanas o con edificios próximos.

1.2 Excavación mecánica: Entre ellos se encuentras las máquinas tuneladoras, que son llamadas de diversas formas, tales como: Las máquinas topo, tuneladoras o TBM (Tunnel Boring Machine). Estas son máquinas integrales de construcción de túneles, ya que tienen la capacidad de excavar rocas o suelos, retirar los escombros y aplicar el revestimiento del túnel por sí solas. Existen diferentes tipos tales como tuneladoras para roca o suelos blandos, entre otros.



Ilustración 6- Máquina tuneladora (TBM) que se usa para la creación de ferrocarriles.

Fuente: https://i.ytimg.com/vi/z38JIqGDZVU/maxresdefault.jpg

Para la extracción de material, existen diversos tipos de equipo de rezaga, sin embargo, los más utilizados son aquellos que van montados sobre vía o sobre neumáticos. El transporte que corre sobre rieles tiene un mayor rendimiento ya que se pueden utilizar grandes trenes para evacuar de un solo viaje. Por otro lado, el transporte sobre neumáticos se adapta mejor a las pendientes, es más flexible y se utiliza, sobre todo en túneles de gran sección, como los túneles carreteros.

Para realizar un transporte rentable y eficaz es indispensable construir caminos hacia el frente de excavación y mantenerlos libres de obstáculos para que los vehículos operen con las velocidades habituales e impedir el deterioro de los neumáticos.

e. Problemas observados

Un problema observado en la construcción, no solo de la estación Universidad de Chile de la línea 3, sino que en toda la línea es la demora de la construcción; esto porque la excavación de túneles, su sostenimiento y posteriormente su revestimiento, es un proceso lento porque no fue utilizada una máquina tuneladora, que a pesar de tener un costo mayor permite la realización simultánea de varios trabajos, sino que fue utilizada la excavación mecánica.

V.ii ENTREVISTA JEFE DE METRO

Como consultora a continuación les dejaremos unas interrogantes, sacadas de la entrevista que realizamos al ingeniero a cargo de la visita a la estación Universidad de Chile de la línea 3 del metro de Santiago, con sus respectivas respuestas que les pueden servir de ayuda para entender mejor el funcionamiento del metro frente a problemas cotidianos relacionados con las infiltraciones de agua y los efectos potenciales de los terremotos.

1. <u>¿Cuáles son las causales originales de filtraciones de agua en el metro?</u>

   En un inicio se creía que era por la presencia de napas subterráneas, pero cuando se estudiaron los componentes del agua se dieron cuenta que en realidad esta provenía de cañerías muy antiguas y que poseen filtraciones por todos lados.

2. <u>¿Cuál es la correcta aplicación del shotcrete y en qué se diferencia con el revestimiento?</u>
   Primero que nada, se hace una excavación y se termina la bóveda, luego se coloca la lechada o shotcrete que se usa como sello antes de poner la malla sobre la tierra, después de esta se instala un marco articulado con tres fierros principales. Cuando se termina este proceso se proyecta el hormigón, este al momento de impactar se adhiere ya que posee un aditivo y así se le da la forma al túnel. A diferencia del shotcrete, el revestimiento tiene una función de terminación.
3. <u>¿De qué manera responde la compañía cuando dentro de sus excavaciones se encuentran con napas subterráneas?</u>
   Primero se redirige el agua de las napas evitando que este pase por la electricidad, luego de concentrar el agua en un punto esta se bombea hacia la superficie, esto es a los colectores.
4. <u>¿Cómo lo hacen para evitar que les caiga agua a las personas?</u>
   Se coloca una membrana impermeable solo sobre el sector donde transitan las personas y no sobre las vías del tren o en otros lados ya que en caso de haber una gotera sobre la vía esta se tapa con una espuma que se expande al contacto con el agua llamada espuma de poliuretano expansiva.
5. <u>¿En caso de existir un terremoto, los vagones podrían descarrilarse o al comienzo de este movimiento los carros se detienen automáticamente?</u>
   En caso de un terremoto en el metro no pasaría nada ya que el movimiento a esa profundidad es casi imperceptible y aparte la estructura del túnel es muy estable debido a su forma de parábola.

A continuación, se presentan imágenes relacionadas con las preguntas expuestas anteriormente.



Ilustración 7- Trabajador colocando la espuma de poliuretano expansiva



Ilustración 8-Entrada a Metro desde la superficie



Ilustración 9- Vías metro línea 3 vacías



Ilustración 10- Anden de metro Universidad de Chile Línea 3



Ilustración 11- Futura estación de metro

VI. EFECTO POTENCIAL DE LOS TERREMOTOS A LA INFRAESTRUCTURA DEL METRO

Las placas tectónicas que forman la Tierra se desplazan sobre o bajo ellas mismas originando lentos cambios en la topografía. En el caso de que éste desplazamiento sea dificultado, se comienza a acumular energía de tensión que en algún momento será liberada, ocasionando que una de las placas se mueva de modo tal que rompa a la otra; liberándose así una gran cantidad de energía, la cual originará finalmente el Terremoto. Si éste ocurre más cerca de la superficie provocará un sismo de intensidad mayor, sucediendo lo contrario si es en profundidad.

Un terremoto puede producir licuefacción (proceso por el cual el suelo pierde su firmeza y fluye como resultado de los esfuerzos provocados), este fenómeno es una de las principales causas de mayor destrucción luego de que un sismo tiene lugar; ya que es capaz de desplazar, hundir o volcar infraestructuras.

La licuefacción se produce principalmente en suelos arenosos y gravosos. El potencial de esta dependerá de:

1. Naturaleza del sismo (intensidad, duración y profundidad).
2. Susceptibilidad del material (porcentaje de vulnerabilidad).

En el caso específico de la infraestructura de transporte de personas, Metro, se hablará de que estructuralmente no se producirán daños en los túneles, quizás si en las pasarelas o escaleras, pero será un deterioro de magnitud mínima. En cambio, donde podemos encontrar fallas es en las propiedades mecánicas del material y en lo referido al agua, porque se podrían producir infiltraciones de esta lo que provocaría shocks eléctricos, y por tanto este tipo de transporte no podría funcionar, lo que es perjudicial para todas aquellas personas que necesitan de este día a día.

En conclusión; el efecto potencial de los terremotos a la infraestructura subsuelo se puede minimizar acatando las normas de construcción preestablecidas para este tipo de estructuras.

VII. CAMINOS Y FACTORES POSIBLES QUE PUEDEN FAVORECER LA INFILTRACIÓN DE AGUA EN EL TÚNEL DESPÚES DE UN TERREMOTO

Los sectores de Chile se caracterizan por tener distintos tipos de suelos, esto gracias a la humedad y permeabilidad que este posee. También los podemos diferenciar por los tipos de elementos que los constituyen, por ejemplo, en los sectores costeros, el suelo tiene una mayor cantidad de arena que de tierra, lo que lógicamente complica la edificación de estructuras sobre el suelo sin previamente ser tratado.

Lo mismo puede ocurrir si se intenta trabajar en un túnel del metro, sin ir más lejos, dentro de Santiago; ya que la presencia de napas y/o humedad son problemas que facilitan las infiltraciones de agua.

En Chile, según expertos, el problema principal de las filtraciones se da en líneas de metro antiguas, pues las fases previas a la construcción fueron deficientes. Un ejemplo de esto son los estudios que no se realizaron al macizo que será excavado.

El profesor de la Universidad de Chile, Raúl Chaparro, hizo una crítica al método empleado en las fases previas a la excavación y construcción del túnel, y detalló tres importantes puntos, los cuales se presentan a continuación:

1. Se debe realizar un detallado estudio del macizo rocoso o suelo, en el cual se realizará la excavación. El estudio debe considerar aspectos geológico-geotécnicos e hidrológicos, para saber si es posible perforar el suelo sin peligros de derrumbe, o si es posible tratar las deficiencias del suelo.
2. Desarrollar una definición óptima de la ubicación de las excavaciones, tanto en términos de estabilidad como de presencia de aguas de infiltración, ya sea por percolación o presión. El recorrido de una futura línea de metro está trazado con años de anticipación, pero está sujeto a cambios por causas como sectores muy húmedos que podrían ser de peligro en el futuro.
3. Elaborar un diseño de excavación, sostenimiento (fortificación), drenaje, impermeabilización y revestimiento, incorporando tanto los requerimientos funcionales, de constructibilidad, vida útil y mantención de la obra.

Ilustración 12- Estudio de las aguas subterráneas de una ciudad, semejante a la que se detalla anteriormente. Fuente: [*http://www.investigacionesgeograficas.unam.mx/index.php/rig/article/viewFile/41358/44907/138299*](http://www.investigacionesgeograficas.unam.mx/index.php/rig/article/viewFile/41358/44907/138299)

VII.i DIAGRAMA DE ESPINA DE PESCADO DE LOS FACTORES

Mal diseño de la excavación

Se pueden producir grietas en la tierra con mayor facilidad

Mal estudio del suelo

No se contemplan napas subterráneas

Filtración de agua

Pueden destruir alcantarillado

Facilitan el drenaje de agua al túnel

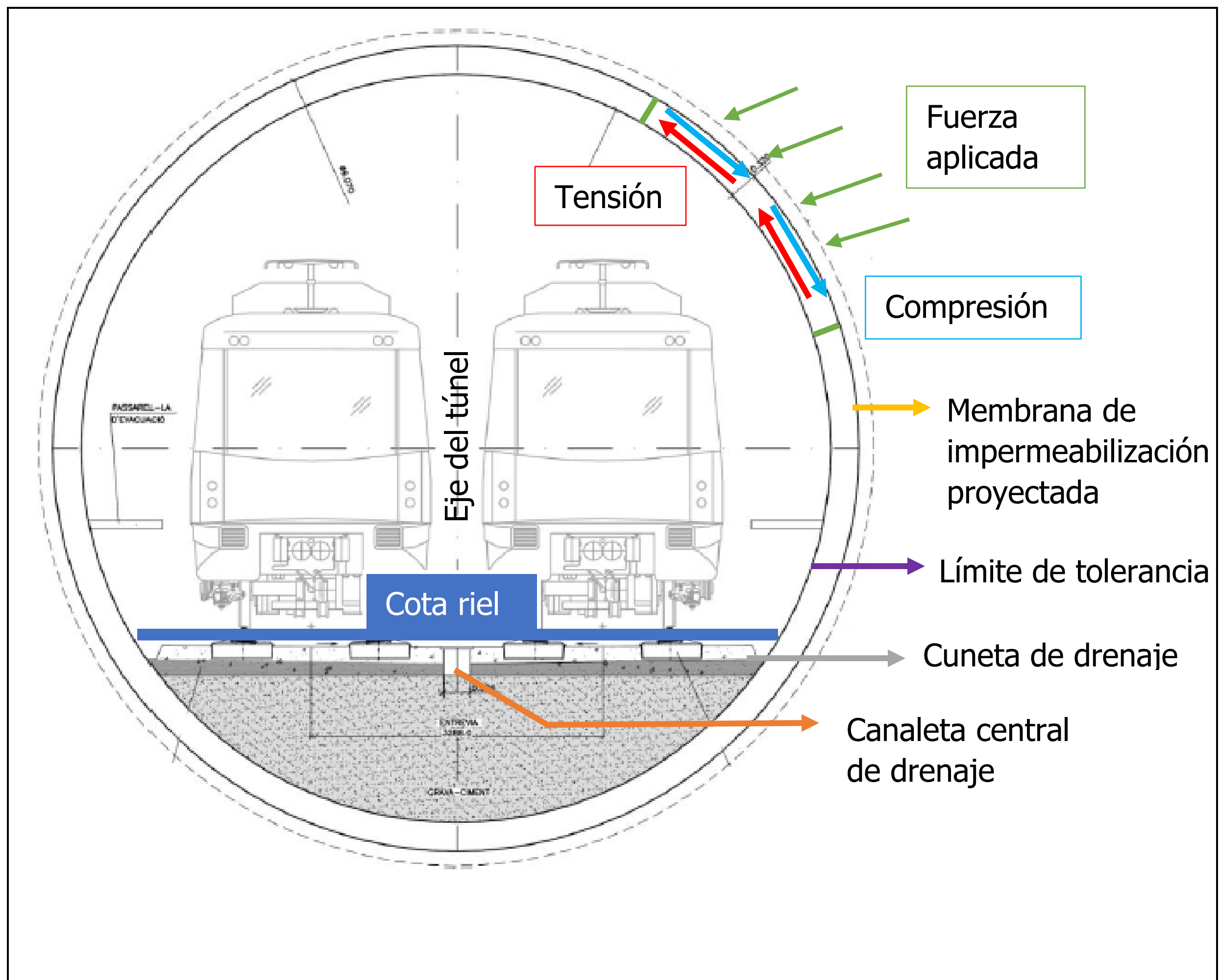
Sismos

Los sitios iniciales de excavación se pueden volverse mas húmedos de lo que eran inicialmente

Mala ubicación de las excavaciones

VIII. MODELO DE LA PARED DEL TÚNEL DE LA LÍNEA 3 CON SHOTCRETE Y ACERO

VIII.i MODELO 1- FUERZAS EJERCIDAS SOBRE LA PARED DEL TÚNEL



Las posibles ubicaciones del agua fuera del túnel de la Línea 3 de Metro son:

a. Aguas provenientes del río Mapocho

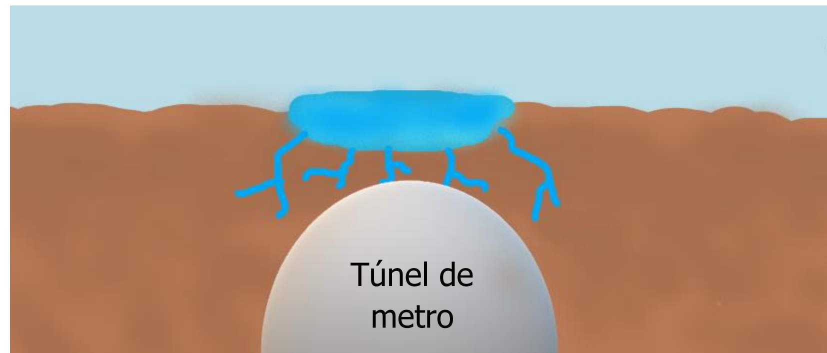


Ilustración 13- Imagen representativa de como afectarían las aguas del río a la estación de metro si este comienza a ejercer mucha presión sobre sus cimientos.

b. Aguas provenientes de una tubería

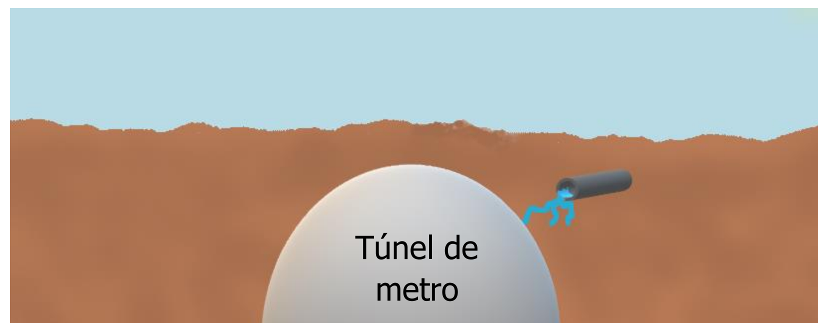


Ilustración 14- Imagen representativa de como se vería afectado el túnel si se expone al rompimiento de una tubería grande con agua presionada.

c. Aguas provenientes de una inundación provocada por fuertes lluvias

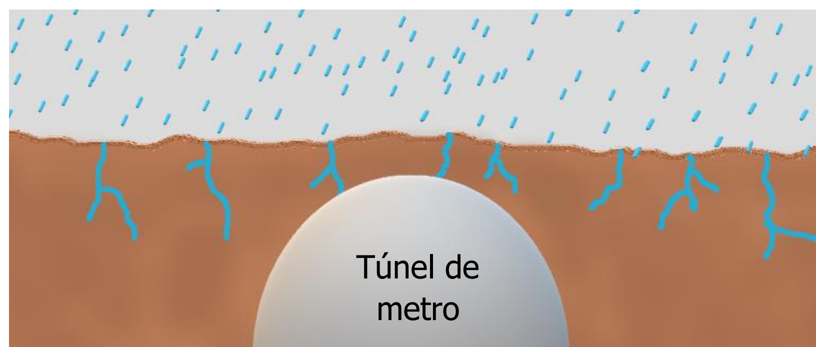


Ilustración 15- Imagen que representa como se vería afectado el túnel frente a una inundación provocada por fuertes lluvias.

VIII.ii MODELO 2- CONSTRUCCIÓN DE LA PARED DEL TÚNEL

1.Túnel sin excavar.	**2. Aplicación primera capa de hormigón proyectado.** Se aplica una primera capa de shotcrete para darle estabilidad a la pared del túnel y a la vez permitir la impermeabilización de esta.	**3. Aplicación malla para estabilizar la pared del túnel.** Esta malla, es aplicada para reforzar la estabilidad de la pared del túnel.
4. Aplicación anclajes en abanico y marcos de acero. Los anclajes en abanico son estructuras de hierro que dan contención a la estructura del túnel, mientras que los marcos de acero son un apoyo en la suspensión de este.	Marcos de acero Anclajes en abanico	**5.Túnel finalizado** Se afinan los últimos detalles estéticos.

IX. METODOLOGÍAS PARA CUBRIR LA GRIETA FORMADA EN EL TÚNEL

Acorde a los protocolos estandarizados en el mercado, se ofrecen dos soluciones, que dependen del tipo de daño que sufra la estructura del túnel. Normalmente a todo tipo de grieta en el subsuelo se le aplican materiales similares, los cuales presentan impermeabilidad total al agua, y algún grado de resistencia a ácidos y aceites que se pueden filtrar desde la parte superior de las grietas.

1. ¿Porque se eligen estos productos, y no simplemente se tapa con morteros ya preparados?

Los sellantes de poliuretano de alta calidad, de tipo industrial, por ejemplo, los de la marca 3M o Sika ofrecen facilidades de aplicación, especiales para emergencias como las fisuras en el túnel de un metro. La cualidad que los hace una de las mejores opciones es su característica de cura al contacto con el agua y la ausencia de burbujas.

También existen espumas de poliuretano que se expanden y se vuelven duras al contacto con el agua, sin embargo, estas son más utilizadas para sellar agujeros en materiales.

A diferencia de una aplicación de mortero, cemento o alguna ocurrencia de ese tipo, los sellantes pueden ser aplicados en medios húmedos, en zonas donde por gravedad, todo el material del tipo "cemento" se caería debido a su peso, y al contacto constante con la humedad de la fuga, no se alcanzaría a secar antes de desprenderse nuevamente

2. ¿Cómo se aplican y como se distingue la magnitud de la afectación?

Una vez introducidos a la base de las soluciones, se separarán en las fisuras menores con un flujo de agua pequeño, en este caso, y si la fisura no se encuentra en zonas que obstruyan el normal funcionamiento del servicio, se puede proceder tranquilamente a sellar el lugar exacto desde donde fluye hacia el túnel, los sellantes más adecuados para esto son los de rápido secado, y que tengan resistencia a grandes presiones. Un ejemplo es el producto SIKAFLEX® CONSTRUCCION o equivalentes de distintas marcas, el cual une superficies con cortas distancias de separación ofreciendo gran resistencia y excelente relación Fuerza/Superficie, ideal para grietas pequeñas, además se adhiere bien a superficies de hormigón o acero.

Por otro lado, las afectaciones que requerirán un mayor trabajo vienen acompañadas de desprendimientos de material en caso de estar encerradas, obstaculización del paso, y la imposibilidad de hacer frente a las fugas que se tienen, además del mayor tamaño de las grietas.

Para las grietas de mayor tamaño con mayores flujos de agua, es recomendable interrumpir las operaciones, intentar bombear o redirigir el agua a un lugar en el cual pueda fluir libremente sin ser un inconveniente para los trabajos de reparación, y dependiendo de donde se encuentre la fisura, se deben sellar las afluencias de agua que se aprecien con espuma expansiva de poliuretano simple, la cual le dará al material que recubrirá el sector dañado un breve tiempo de secado, pues la resistencia total al agua no está asegurada si se aplica en contacto directo con fluidos. Finalmente, se debe aplicar del sellante SIKAFLEX® CONSTRUCCION o equivalente.

Para toda fuga se tiene que tener en consideración el trabajo en altura y se debería contar con una grúa elevadora. Pues en caso de que la falla se de en un lugar de difícil acceso dentro o fuera del túnel, se debe tener el medio para que los trabajadores se puedan desempeñar cómodamente a fin de que se pueda entregar rápidamente una solución.

Puesto que se asume que la falla que ocasiono la fuga debe ser tratada y se debe trabajar en ello, las soluciones de espumas y sellantes deberán ser de aplicaciones temporales. Pues además de no ser absolutamente seguros, es un peligro constante en caso de que el problema volviese a aparecer.

X. COMPORTAMIENTO DEL HORMIGÓN, ACERO Y SUELO EN CONDICIONES RELEVANTES PARA EL PROBLEMA

A continuación, se evaluará como se comporta el Hormigón, Acero y Suelo frente a infiltraciones de agua y sismos.

a. HORMIGÓN

Material que se obtiene gracias a la mezcla de cemento, arena, grava y agua.

1. Infiltración de agua

   El hormigón frente a una infiltración de agua perderá resistencia y durabilidad a pesar de poseer una gran densidad, porque es un material poroso (espacios por los que puede circular el agua, es decir aquellos que están comunicados) y, permeable (capacidad que este tiene de transmitir un fluido).

   Como solución a este problema se pide utilizar aditivos reductores y superplastificantes para reducir la cantidad de agua en la mezcla, pero esto no implica que el material aumente su resistencia. Por esto, lo que se debería hacer es utilizar productos químicos que puedan cristalizarse, para así aumentar la resistencia y durabilidad del hormigón cuando sea sometido a grandes cantidades de agua.

2. Sismos

   En este aspecto influirá si el hormigón es armado o no, en caso de no serlo su resistencia ante un sismo será mínima; mientras que si es hormigón armado su resistencia aumenta, ya que el concreto (hormigón) resiste la compresión y el acero resiste a la extensión. En Chile, país sísmico, se siguen ciertas normas para poder construir edificaciones antisísmicas, encontramos principalmente las siguientes:

   2.1 Hormigón – Extracción de muestra del hormigón (NCh171-2008)

   2.2 Hormigón - Confección en obra y curado de probetas para ensayos de compresión, tracción por flexión y por hendimiento (NCh1017-2009).

   2.3 Hormigón - Ensayo de tracción por hendimiento (NCh1170-2012).

   2.4 Hormigón - Testigos de hormigón endurecido, Parte 1: Extracción y ensayo (NCh1171/1-2012).

b. ACERO

Material que se obtiene de la mezcla de hierro con carbono.

1. Infiltración de agua

   El acero frente a las infiltraciones se corroe (serie de alteraciones fisicoquímicas por la acción de la naturaleza). Dependiendo del medio en donde se encuentre los riegos de corrosión variarán, como se muestra a continuación:

   1.1 Riesgo Bajo – Ambientes rurales.
   1.2 Riesgo Medio – Ambientes urbanos.
   1.3 Riesgo Alto – Ambientes industriales.
   1.4 Riego Alto – Ambientes marinos.
   1.5 Riego Altos – Ambientes mixtos.

   Como solución se propone protegerlo mediante la aplicación de una capa de un metal más resistente, ya sea de zinc o aluminio. Por otra parte, se puede actuar sobre el medio en donde se encontrará el acero mediante la desaireación del agua o la aplicación de inhibidores de corrosión.

2. Sismos

   Con respecto a los sismos, el acero es resistente gracias a que responde a dichas fuerzas con una deformación elástica (regresa a su forma original cuando se deja de aplicar una carga externa); esto deja de ocurrir cuando el material se ve sometido a múltiples fuerzas en un período de tiempo mínimo, ya que este comenzará a responder con deformación plástica (no regresa a su forma original luego de aplicar una carga externa) lo que ocasionará la disminución de su resistencia y por tanto que pueda romperse con mayor facilidad.

   En Chile, se han implementado principalmente las siguientes normas para medir la durabilidad y resistencia del acero en una edificación antisísmica:

   2.1 Acero - Ensayo de doblado de planchas de espesor superior o igual a 3mm, barras y perfiles (NCh201-1968).
   2.2 Acero - Barras laminadas en caliente para hormigón armado (NCh204-2006).
   2.3 Acero - Mallas electrosoldadas de alambres para hormigón armado (NCh218-2009).
   2.4 Acero - Alambre de grado AT56-50H para uso en hormigón armado (NCh1173-2010).

c. SUELO

1. Infiltración de agua

Los suelos frente a infiltraciones de agua responden de diversas maneras, ya que influye la textura que este posea. Por esto, es que la infiltración es más rápida en suelos arenosos que en los suelos arcillosos. También influye la concentración de humedad del suelo.

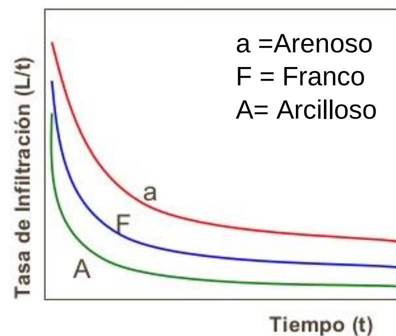


Ilustración 16-Comportamiento de la velocidad de infiltración según la textura del suelo.

Fuente: https://image.slidesharecdn.com/clase4-contenidodeaguaenelsuelo-140903173213-phpapp01/95/clase-4-contenido-de-agua-en-el-suelo-24-638.jpg?cb=1409765603

Como solución se proponen las siguientes operaciones: sellamiento superficial o compactación del suelo mediante sales o texturas finas, como lo es la arcilla.

2. Sismos

El comportamiento de los suelos frente a los sismos dependerá de las características que este posea, flexible o rígido. En el caso de los suelos flexibles (arcillosos, limosos, arenosos) el comportamiento no será lineal debido a que amplifica el movimiento sísmico y posee poca resistencia; en cambio, los suelos rígidos (presencia de roca) se comportarán con mayor estabilidad. Por esto, es que se propone realizar estudios antes de construir cualquier edificación.

En Chile, se acatan principalmente las siguientes normas:

2.1 Mecánica de suelos - Determinación de la humedad (NCh1515-1979).

2.2 Mecánica de suelos - Relaciones humedad/densidad (NCh1534/2-2008)

2.3 Áridos - Determinación del equivalente de arena en suelos y áridos finos (NCh1325-2010).

XI. SISTEMAS MECÁNICOS QUE PUEDA LEVANTAR UN TRABAJADOR CERCA DE LA FUGA EN LA PARTE SUPERIOR DEL TÚNEL

Los sistemas mecánicos son estructuras compuestas por elementos o dispositivos que cumplen la función de transformar o transmitir el movimiento de distintos tipos de energías.

Algunos sistemas mecánicos que pueden servir para realizar esta tarea son:

1. Mástiles verticales: Se caracterizan por poseer una plataforma bastante pequeña, ideal para trabajos en interiores, poseen capacidad para una persona la cual puede alcanzar desde 6 a 10 metros. Se caracteriza por tener neumáticos especiales que les permiten pasar por cualquier tipo de suelo.



Ilustración 17- Tipos de Mástiles verticales: 1 (STAR 6- alcanza una hasta una altura de 6 m) y 2 (STAR 10, alcanza hasta una altura de 10 m).

Fuente: http://www.tecnomanlift.cl/

2. Elevadores unipersonales: Plataformas personales muy ligeras, extremadamente compactas que incluso pueden pasan por puertas, se utilizan en suelos frágiles. Se utilizan para trabajos en interiores como en exteriores, el trabajador que la utilice puede alcanzar desde los 7 a 14 metros de altura.

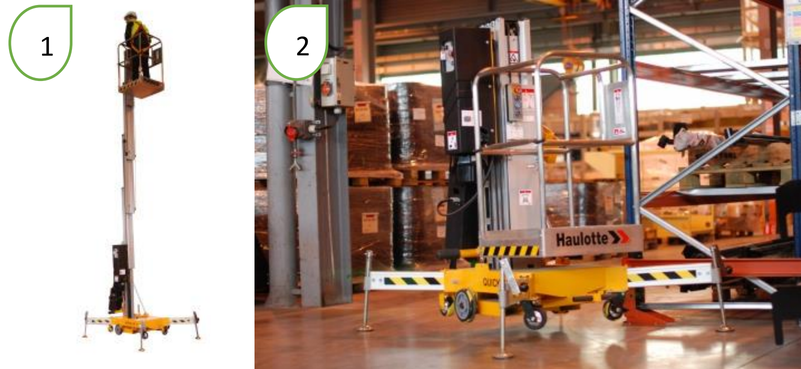


Ilustración 18- Tipos de Elevadores unipersonales: 1 (QUICKUP 7, alcanza los 7 m) y 2 (QUICKUP 11, alcanza los 11 m).

Fuente: http://www.tecnomanlift.cl/

3. Plataformas de tijeras: Estas no son tan compactas ni ligeras como las anteriores, pero tienen la cualidad de ofrecer un trabajo más cómodo y menos reducido, ya que abordan una mayor área de trabajo en la cual pueden laborar varias personas a la vez. Son ligeramente más grandes, pero aun así sirven para trabajos de interiores, su altura va desde los 8 hasta los 18,5 metros y pueden ser tanto eléctricas como a diésel.



Ilustración 19- Tipos de Plataformas de tijeras: 1 (OPTIMUN 8, plataforma eléctrica que puede alcanzar los 8 m) y 2(COMPACT 12, plataforma eléctrica que puede alcanzar los 12m).

Fuente: http://www.tecnomanlift.cl/

4. Plataformas articuladas: No es recomendable para espacios reducidos; pero aún así se pueden usar en interiores, ya que tienen una gran movilidad gracias a su brazo articulado y a que posee la cualidad de girar sobre sí mismo. Por su altura que están entre 12 a 41 metros.



Ilustración 20- Tipos de Plataformas articuladas: 1 (HA12 CJ, plataforma eléctrica y puede alcanzar los 12 m) y 2 (HA20 LE PRO, plataforma eléctrica la cual alcanza los 20 m).

Fuente: http://www.tecnomanlift.cl/

La mejor opción para levantar al trabajador cerca de la fuga es utilizando las plataformas eléctricas, ya que tienen la capacidad de adecuarse a la altura requerida y permitir la movilidad necesaria dentro de ella.

XI.i CÁLCULO COMPARATIVO DEL ESPACIO Y TIEMPO

Se puede realizar este cálculo tomando en cuenta las dimensiones del túnel y las de los mecanismos elegidos anteriormente para realizar este trabajo. Por esto, es que como empresa realizamos lo siguiente:

1. Dimensiones del túnel: como se muestra a continuación, estas son, 11750 m (altura total), 16140 m (ancho total) y aproximadamente 22 km de largo.

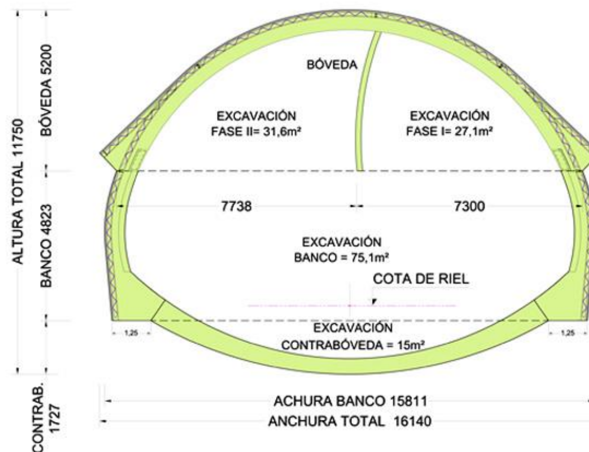


Ilustración 21- Dimensiones de los túneles de la línea 3.

Fuente: http://www.geocontrol.es/geocontrol/images/2016/11/08/metro_proyecto1_foto2.jpg

2. Dimensiones de cada estación: como se muestra a continuación, estas son, 20 m (ancho) ,10 m (alto) y aproximadamente 120 m de largo.

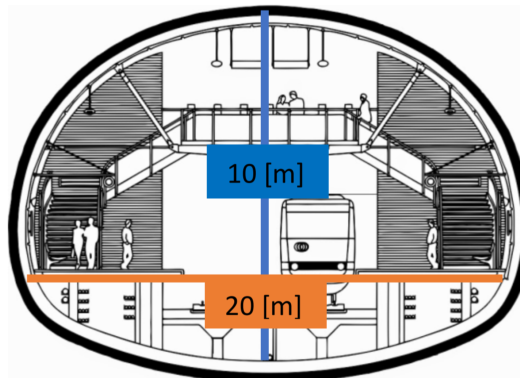


Ilustración 22- Dimensiones estaciones línea 3.

Fuente: http://4.bp.blogspot.com/-m4-EZBjhwCA/VCPR1Yvfe6I/AAAAAAAAA-8/316iEum0_BI/s1600/SECCION%2BESTACION.jpg

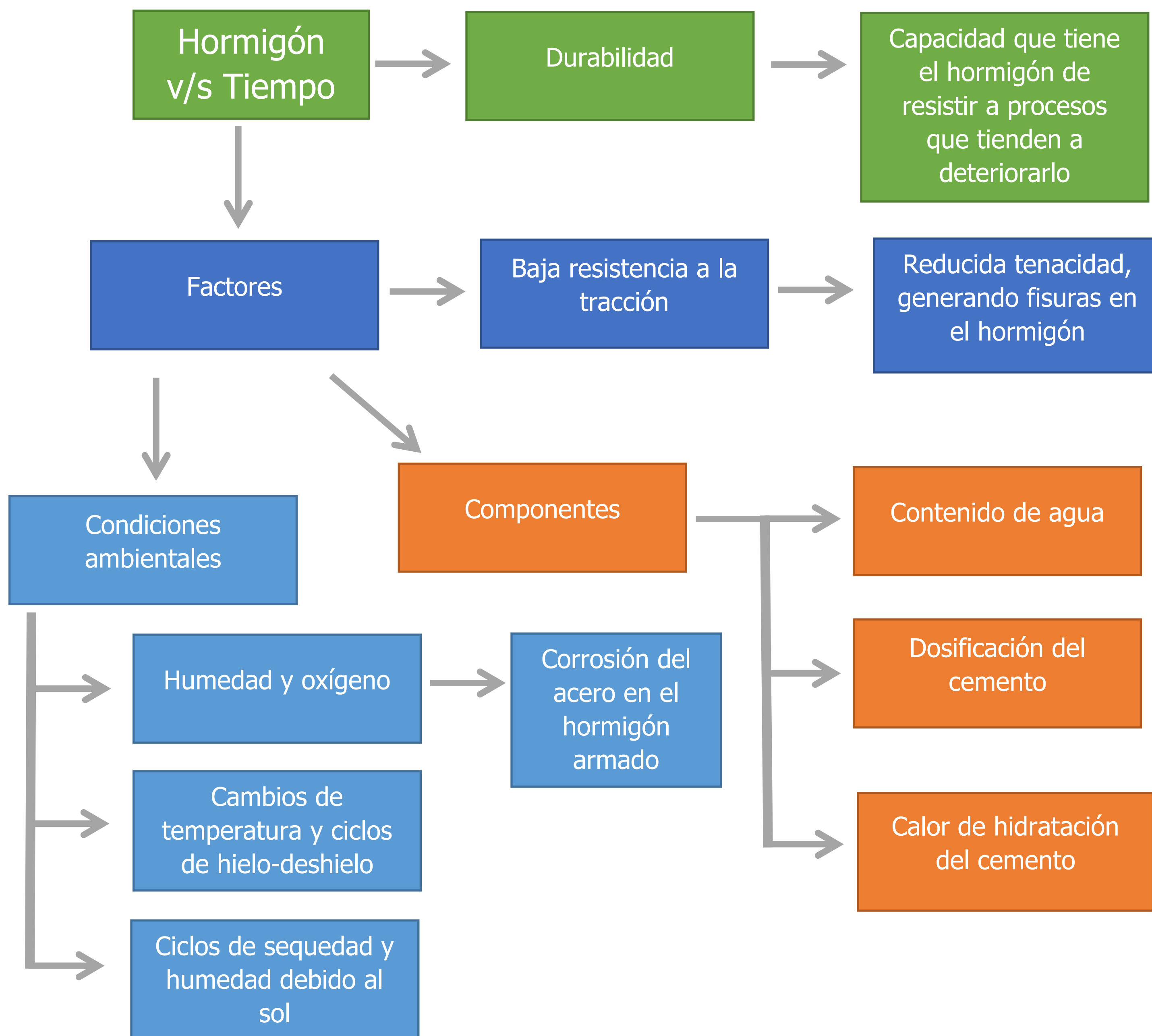
3. Mecanismos elegidos: como consultora decidimos que el mejor sistema mecánico para resolver este problema es la plataforma Haulotte COMPACT 12, ya que es extensible y, además posee una capacidad de carga de hasta 450 kg. Se necesitará usar estabilizadores para que el trabajo sea realizado milimétricamente y tenga un acabado perfecto. La forma de obtención de estos materiales puede realizarse gracias a los contactos que la consultora posee.
4. Tiempo requerido: para evaluar la cantidad de tiempo necesario para realizar el trabajo, se adjunta la siguiente tabla:

Actividad	Tiempo máximo requerido (horas)
Obtención de la plataforma Haulotte COMPACT 12.	2
Preparar la zona dañada, con estabilizadores.	2,35
Mover la Haulotte a la estación, en un tranvía.	0,45
Realizar el trabajo.	4,3

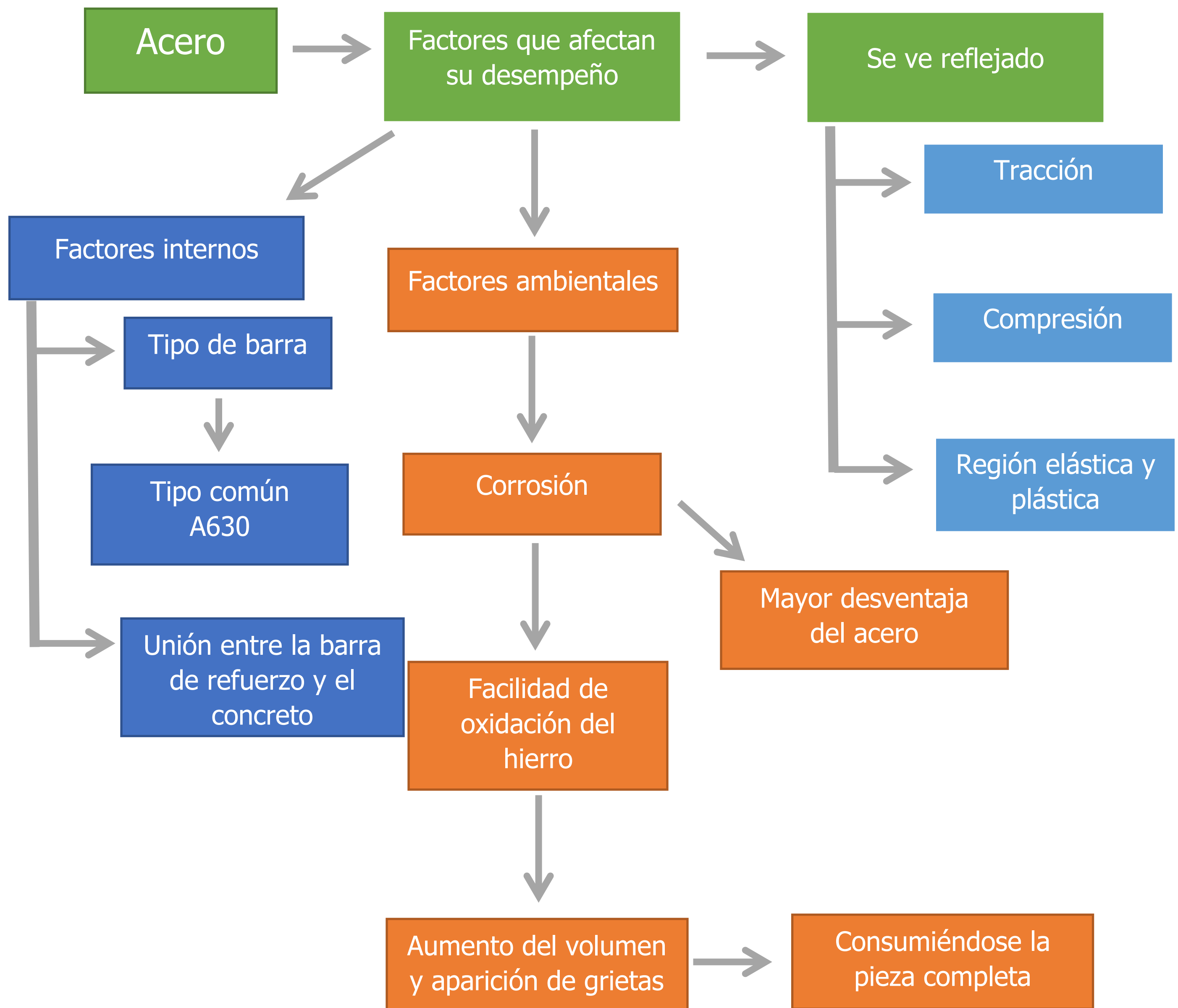
Como conclusión; se aprecia que el trabajo podría ser realizado a más tardar en 10 horas lo que será de gran utilidad para metro, ya que sus actividades estarían normalizadas de manera casi inmediata.

XII. MAPAS CONCEPTUALES

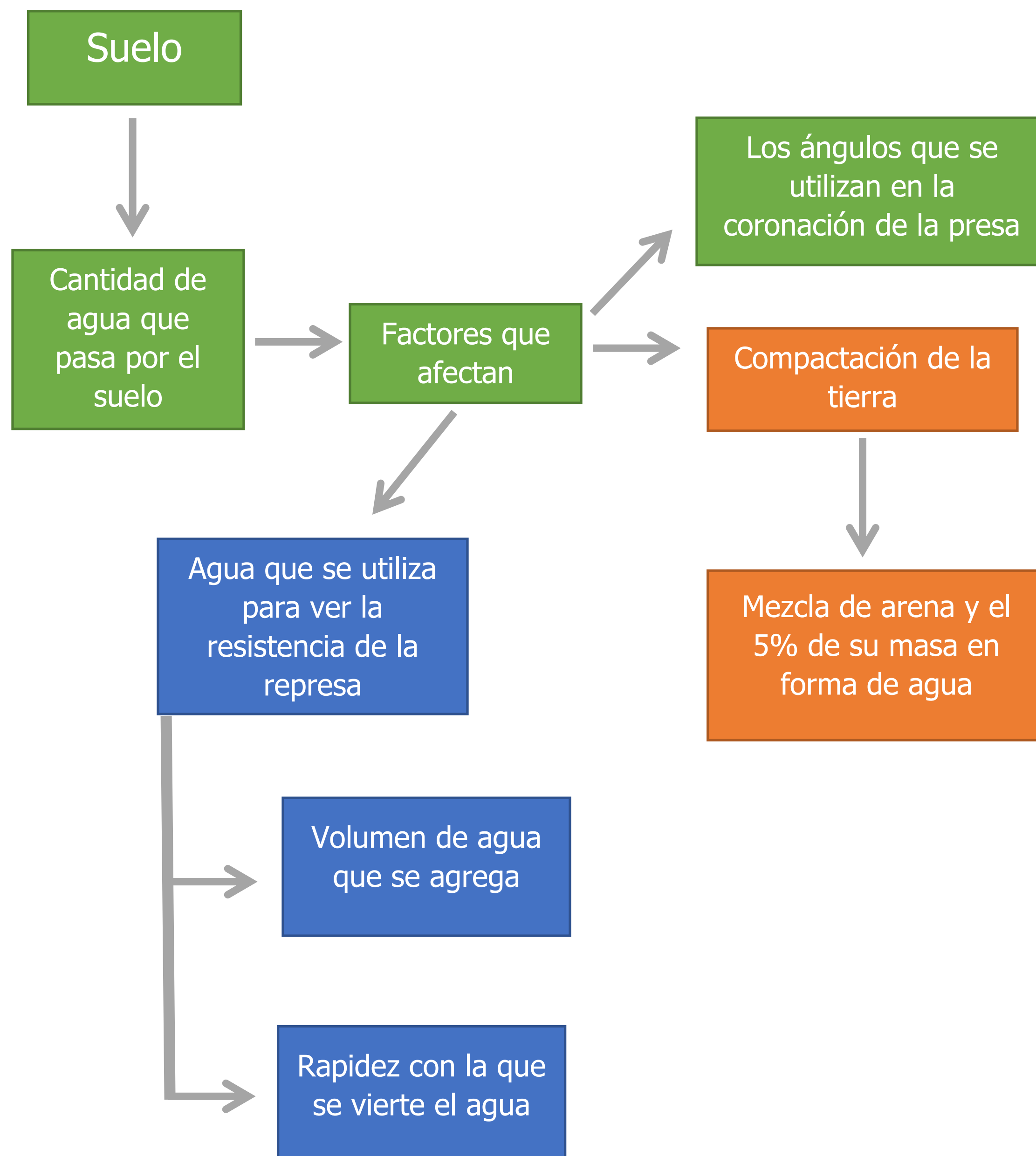
XII.i MAPA DE LOS FACTORES QUE IMPACTAN EN EL DESEMPEÑO DEL HORMIGÓN V/S TIEMPO



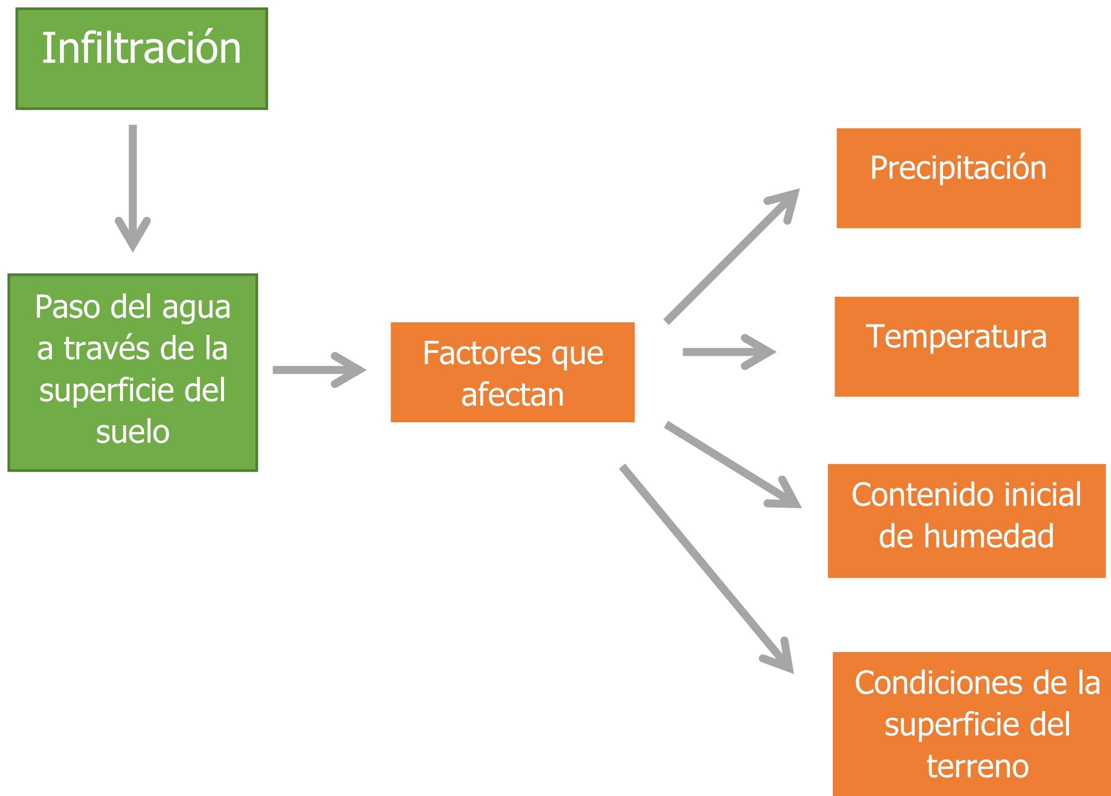
XII.ii MAPA DE LOS FACTORES QUE IMPACTAN EN EL DESEMPEÑO DEL ACERO



XII.iii MAPA DE LOS FACTORES QUE IMPACTAN EN LA CANTIDAD DE AGUA QUE PASA POR EL SUELO



XII.iv SUELO CON AGUA EN COMPRESIÓN (MECANISMO DE INFILTRACIÓN)



XIII. DESARROLLO DEL PLAN DE EMERGENCIA

A continuación, se presenta el plan a seguir:

1. Medidas de emergencia propias de metro:
   1.1 Se paraliza el funcionamiento de los vagones de metro cortando la electricidad.

   1.2 El personal disponible se encarga de evacuar de manera rápida y ordenada a las personas que se encuentran dentro del túnel y la estación.
2. El equipo encargado de analizar la grieta se dirige a la zona afectada hacia la estación U. de Chile, evaluando los daños y la dimensión de esta. Al concluir esto se eligen los instrumentos que se necesitaran, definiendo protocolos y zonas de seguridad.
3. Obtención de maquinarias y herramientas con sus respectivos especialistas:
   3.1 Plataforma Haulotte Compact 12 para la elevación del trabajador que se encargará de cubrir la grieta formada.
   3.2 Indumentaria para cada funcionario.
   3.3 Poliuretano respectivo dependiendo de la gravedad del problema.
   3.4 Hormigón proyectado, bomba de agua y membrana impermeabilizante con sus maquinarias necesarias para su aplicación.
4. Dirigir las maquinarias y herramientas con sus respectivos especialistas hacia la fuga en tranvía, el cual se encuentra ubicado en la estación de Hospitales.
5. Instalar un sistema de iluminación, además de preparar la plataforma, con el generador de energía.
6. Extracción constante del agua utilizando bombas con la intención de llevarla a la superficie.
7. Acondicionamiento del terreno y de la plataforma a utilizar para poder comenzar el trabajo.
8. Utilizar poliuretano en la zona afectada.
9. Aplicar el hormigón proyectado y la membrana impermeabilizante.
10. Finalmente limpiar la zona de trabajo y reactivar el funcionamiento del metro.

XIII.i MATERIALES Y MAQUINARIAS

Para poder llevar a cabo el plan anterior, necesitamos conseguir los siguientes equipos:

1. Poliuretano:



Ilustración 23-Gracias a su acción hidrofílica, este material es recomendado para tapar grietas formadas por filtraciones de agua. Entre los aditivos impermeabilizantes que lo contienen, encontramos el Sika 101.

Fuente: http://www.poliuretanoenmadrid.com/

2. Bomba de inyección de poliuretano:



Ilustración 24-Maquina que funciona con una presión de inyección constante permitiendo, por lo tanto, también un flujo de material constante. Esto, es sumamente necesario para grietas de gran tamaño como la que se revestirá.

Fuente: https://ae01.alicdn.com/kf/HTB1gb1rX3oQMeJjy1Xaq6ASsFXaT/Premium-epoxy-bomba-de-inyecci-n-de-poliuretano-espuma-control-remoto-inal-mbrico-m-quina-de.jpg_640x640.jpg

3. Plataforma Haulotte Compact 12:



Ilustración 25- Se utiliza esencialmente para trabajos en altura, lo que es muy relevante en este problema, ya que la grieta que se cubrirá se encuentra a más de 8 metros de altitud.

Fuente: https://www.mascus.es/construccion/plataformas-tijera/haulotte-compact-12-dx/cqau8j9k.html

4. Luces de construcción:



Ilustración 26- Se utilizan principalmente para iluminar el sector en el cual se debe obrar, siempre teniendo en cuenta que esta instalación no suponga riesgo de accidente para los trabajadores. Para mejores resultados se utilizan aquellas que son LED´S.

Fuente: https://mberg-worklight.com/es/luces-para-emplazamientos-de-obra/#energiatehokas

5. Compresor de aire:



Ilustración 27- Esta máquina recoge aire del exterior para luego comprimirlo en su interior, al expulsarlo se genera energía suficiente para que otra herramienta pueda funcionar o para realizar tareas que requieran fuerza.

Fuente:
http://sodimac.scene7.com/is/image/SodimacCL/1325493_01?$producto495$&iv=bQ0m70&wid=489&hei=48

6. Generador de energía:



Ilustración 28- Se subdivide en dos partes, donde una se encarga de generar un flujo magnético (inductor) para que la otra lo transforme en electricidad (inducido). Esta máquina es altamente necesaria en este tipo de trabajos, ya que proporciona la energía necesaria para que exista luminosidad en el túnel.

Fuente: http://www.machines-investment.com/shop/unicraft/generador-de-electricidad/generador-de-energia-sincrono-profesional/

7. Diésel:



Ilustración 29- Combustible que será utilizado para poder mantener en movimiento el tranvía.

Fuente: https://http2.mlstatic.com/lubricante-plus-50-ii-john-deere-1893-litros-D_NQ_NP_991496-MLU26460319183_112017-F.jpg

8. Tranvía:

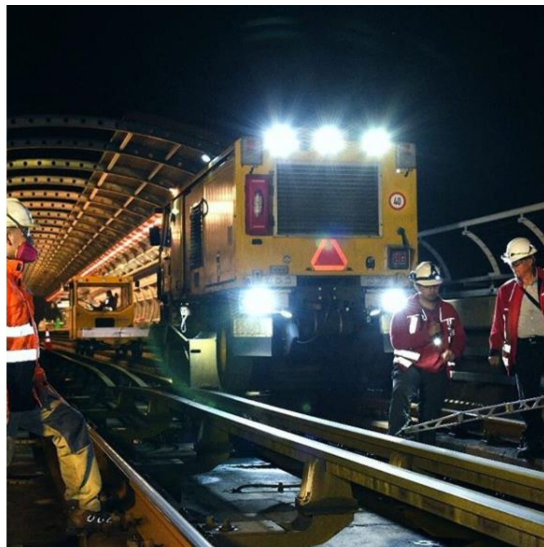


Ilustración 30- Vehículo que se utilizará para transportar a los trabajadores y las maquinarias necesarias para realizar el trabajo. Exceptuando la plataforma, ya que al ser angosta puede viajar entre los rieles que poseen una separación de 1,4[m].

Fuente: https://www.instagram.com/p/BkOpFSbhBnd/?taken-by=metrodesantiago

9. Elementos de seguridad:



Ilustración 31-Tienen la función de proteger a los trabajadores en caso de posibles accidentes en construcciones.

Fuente: http://www.sergeva.es/productos/Venta/2/ELEMENTOS-DE-SEGURIDAD/149

10. Maquinaria para bombear de agua:

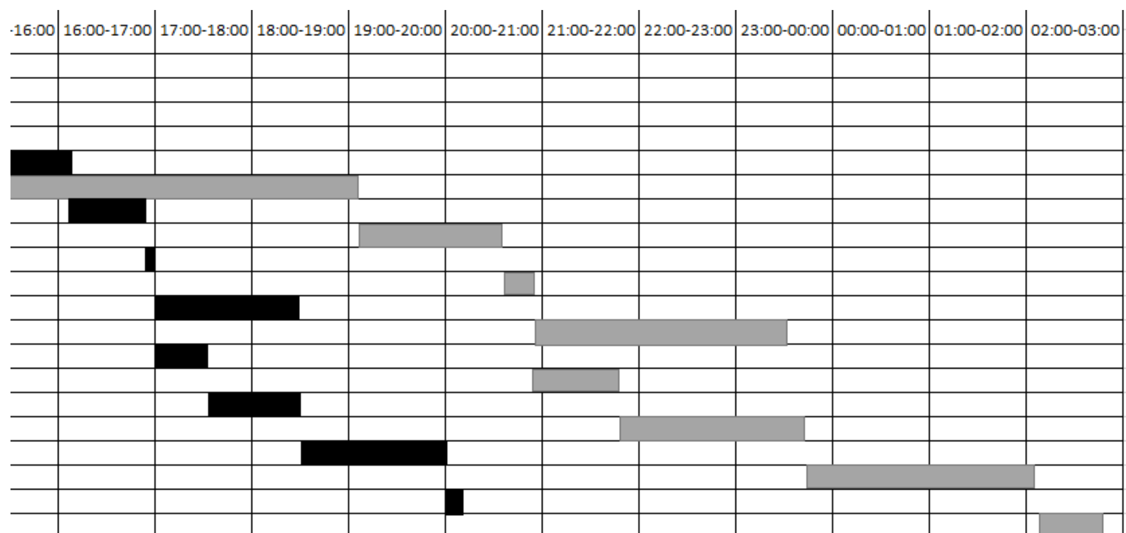


Ilustración 32-Tiene la función de drenar el agua que se encuentra fuera y dentro de la grieta creada en la pared del túnel de metro, redireccionándola a un lugar donde no sea un problema.

Fuente: http://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-electricas-y-accesorios/bombas-de-agua-funcionamiento

XIII.ii CARTA GANTT DEL PLAN PRESENTADO

Actividad	Duración min.	Duracion max.	Número de personas	Hora Inicio menor	Hora termino	Hora inicio mayor	Hora termino	11:00-12:00	12:00-13:00	13:00-14:00	14:00-15:00	15:00-
1	15 min	25 min	El dispuesto por el metro	11:05	11:20	11:05	11:30					
2	180 min	240 min	5	11:05	14:05	11:05	15:05					
3	120 min	240 min	2	14:05	16:05	15:05	19:05					
4	45 min	90 min	12	16:05	16:50	19:05	20:35					
5	10 min	20 min	2	16:50	17:00	20:35	20:55					
6	90 min	165 min	2	17:00	18:30	20:55	23:30					
7	30 min	45 min	4	17:00	17:30	20:55	21:40					
8	60 min	120 min	5	17:30	18:30	21:40	23:40					
9	90 min	150 min	6	18:30	20:00	23:40	2:10					
10	15 min	30 min	Todos los trabajadores anteriores	20:00	20:15	2:10	2:40					



XIII.iii EJEMPLO DE EMERGENCIA

En Santiago ha ocurrido un terremoto a las 11:05, el cual causó grandes problemas tanto a niveles de la superficie como bajo tierra. Esto provocó una grieta en la estación de metro U. de Chile, a causa de esto se produjo una fuga de agua de la cual se desconoce su procedencia. En este momento, se cree que esta puede provenir de una napa subterránea o de una cañería en mal estado, imposibilitando el correcto funcionamiento de la Línea 3 de la red de Metro de Santiago, la cual debe ser detenida lo antes posible para evitar cualquier posible inconveniente. Afortunadamente el movimiento de las placas tectónicas no afectó a los rieles de las vías ni hubo desprendimiento de materiales constituyentes del túnel o la estación.

En primera instancia Metro de Santiago debe realizar las medidas de emergencia respectivas, iniciando por la paralización de los vagones en toda la Línea por medio del corte de energía eléctrica. Por su parte, los funcionarios deben proceder a la evacuación de los pasajeros lo antes posible.

Para resolver el problema, nuestra consultora se debe dirigir al sector afectado por la fuga con los materiales y las maquinarias necesarias, para así detener la infiltración y devolver a la normalidad el funcionamiento del Metro.

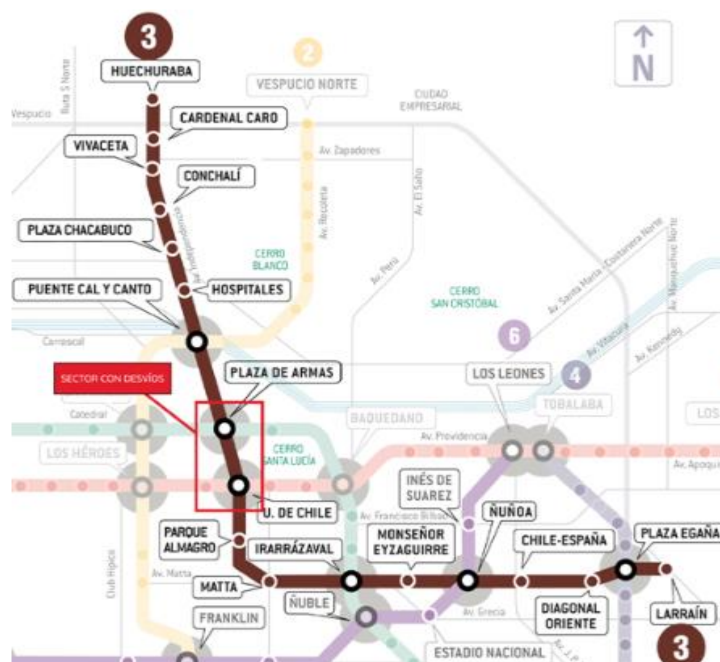


Ilustración 33- Trayecto que se debe seguir para llegar a la estación U. de Chile, desde la bodega ubicada en Hospitales.

Fuente: https://aula.usm.cl/pluginfile.php/3817375/mod_resource/content/1/Viernes-Junio%2022-1.pdf

XIV. EQUIPO DE EXPERTOS

XIV.i FORTALEZAS PARA COMPLEMENTAR EL PROYECTO (FASE 1)

Valentina Caamaño

- Editor (Trabajo)
- Socializador (Apoyo)

Francisca Lamoza

- Modelador (Trabajo)
- Organizador (Funcional)

Javiera Oyaneder

- Artista (Trabajo)
- Armonizadora(Apoyo)

Diego Pérez

- Solucionador creativo (Trabajo)
- Colaborador (Funcional)

Francisca Preuss

- Matemático, Ciencia (Trabajo)
- Mediador (Funcional)

Isaac Urra

- Supervisor (Trabajo)
- Coordinador (Funcional)

XIV.ii FORTALEZAS PARA COMPLEMENTAR EL PROYECTO (FASE 2)

Valentina Caamaño

- Artista (Trabajo)
- Alentador (Funcional)

Francisca Lamoza

- Editor (Trabajo)
- Coordinador (Funcional)

Javiera Oyaneder

- Supervisor (Trabajo)
- Mediador (Funcional)

Diego Pérez

- Experto en computación (Trabajo)
- Colaborador (Funcional)

Francisca Preuss

- Modelador (Trabajo)
- Organizador (Funcional)

Isaac Urra

- Matemático-Ciencia (Trabajo)
- Armonizador (Funcional)

XIV.iii FORTALEZAS PARA COMPLEMENTAR EL PROYECTO (FASE 3)

Valentina Caamaño

- Analizador (Trabajo)
- Armonizador (Funcional)

Francisca Lamoza

- Artista (Trabajo)
- Colaborador (Funcional)

Javiera Oyaneder

- Editor (Trabajo)
- Socializador (Funcional)

Diego Pérez

- Modelador (Trabajo)
- Organizador (Funcional)

Francisca Preuss

- Anotador (Trabajo)
- Alentador (Funcional)

Isaac Urra

- Solucionador Creativo (Trabajo)
- Mediador (Funcional)

XV. CONCLUSIONES

Desde que empezamos con el proyecto de la visita al metro, en clases, el Coach nos explicó sobre cómo se construyen los subterráneos para el funcionamiento del metro, los materiales que se ocupan para su construcción, y nosotros debíamos averiguar cuál es el efecto de las filtraciones de agua y de movimientos sísmicos en los túneles del tren subterráneo, al bajar al subsuelo pudimos ver en persona como es la experiencia de trabajar en la construcción del metro, y pudimos responder todas las dudas personales que teníamos para este trabajo. Fue una experiencia muy enriquecedora para nosotros como grupo porque muchos pudimos reafirmar nuestro gusto por esta carrera, y pudimos observar lo que algunos ingenieros civiles hacen día a día.

El tema principal de este trabajo no fue solo entender lo que sucede cuando hay filtraciones o terremotos, sino poder hacer un grupo de trabajo con personas que no conocemos muy bien, y poder hacer un trabajo en donde cada uno aportó con las habilidades que posee.

Con esto, podemos concluir que este trabajo nos dio más conocimientos sobre la construcción del metro, que pasa cuando hay filtraciones de agua o terremotos en los túneles; y también nos ayudó a trabajar como equipo, que es algo muy importante en nuestra carrera, ya que los ingenieros civiles tienen que trabajar con diferentes profesionales en una obra.

XVI. BIBLIOGRAFÍA

- https://arquigrafico.com/hormigon-proyectado-ventajas-y-usos/
- http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/Manual_Tuneles/CAP07.pdf
- http://bestsupportunderground.com/natm-shotcrete/
- http://diario.latercera.com/edicionimpresa/metro-costos-y-plazos-de-lineas-3-y-6-estan-dentro-de-lo-comprometido/
- www.sct.gob.mx
- http://blogs.hoy.es/ciencia-facil/2013/03/01/tiembla-la-naturaleza/
- https://www.gobiernosantiago.cl/wp-content/uploads/2014/doc/informacion/Mapa_de_Actualizacion_Carta_Uso_de_Suelo_en_la_Region_Metropolitana_2012.pdf
- https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-28132013000200001
- http://www.portalhuarpe.com.ar/medhime20/Talleres/TALLERES%20CUIM/Taller%2013/03%20licuefaccion/que_es_la_licuefaccion_de_suelos.html
- https://www.metro.cl/corporativo/historia
- file:///C:/Users/franl/Downloads/38623-1-133440-1-10-20160121.pdf
- http://www.arquitecturaenacero.org/uso-y-aplicaciones-del-acero/soluciones-constructivas/corrosion
- http://normastecnicas.minvu.cl/
- http://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/04/140402_chile_terremoto_edificios_az
- http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/080/htm/sec_9.htm
- http://www.uach.cl/externos/epicforce/pdf/guias%20y%20manuales/eias/manuales/c_modulo_curva_infiltracion.pdf
- https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3363/36067-7.pdf?sequence=7
- https://alapontlogistics.com/plataforma-elevadora-tijera-funciones-tipos/
- http://www.haulotte.es/productos
- https://www.ciclohidrologico.com/infiltracin_del_agua
- http://www.fao.org/docrep/008/y4690s/y4690s06.htm
- http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2004/bmfcis718c/doc/bmfcis718c.pdf
- http://www.mincotur.gob.es/energia/mineria/Seguridad/Guias/2010-Guia-inspeccion-tuneles.pdf

- https://www.lemara.es/inyecciones-poliuretano/
- http://www.polypur.cl/poliuretano-aislante.html
- https://mberg-worklight.com/es/
- https://folchtecnicaindustrial.com/como-funcionan-los-compresores-de-aire/
- https://www.luna.ovh/planeta/es/Ancho_de_v%C3%ADa
- http://www.ventageneradores.net/blog/como-funciona-un-generador-electrico/
- http://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-electricas-y-accesorios/bombas-de-agua-funcionamiento

XVII. ANEXO

XVII.i LABORATORIOS

XVII.i.i ACERO

Guía "Aprender las características del Acero"
https://www.dropbox.com/s/zdalq31iy6lzk0f/LAB.%20ACERO%20-%20GRUPO%2013.pdf?dl=0
En caso de no funcionar, abrir:
https://archive.org/details/LAB.ACEROGRUPO13

XVII.i.ii SUELO

Guía "Aprender las características del Suelo"
https://www.dropbox.com/s/pr9q379sn0d4i3l/SUELOS.pdf?dl=0
En caso de no funcionar, abrir: https://archive.org/details/SUELOS

XVII.i.iii HORMIGÓN

Guía "Experiencia de laboratorio: Fabricar y probar la flexión de vigas de hormigón"
https://www.dropbox.com/s/1795juv5mfyvb5c/Hormig%C3%B3n.pdf?dl=0
En caso de no funcionar, abrir: https://archive.org/details/Hormign

XVII.i.iv PLATAFORMA HAULOTTE COMPACT 12 (EXCEL)

https://www.dropbox.com/s/puax4ny09u81a0q/Plataforma%20.pdf?dl=0
En caso de no funcionar, abrir:
https://archive.org/details/Plataforma_201807

XVII.ii LISTA NÚMERO 1

Valentina Caamaño

Encargada de la gramática y diseño del informe, debido a que presenta una gran fortaleza en el ámbito de la edición y lingüística. Tuvo una gran responsabilidad al momento de la finalización del informe, ya que corrigió la ortografía y alistó los últimos detalles.

Francisca Lamoza

Encargada de la organización y distribución de las diversas actividades que se realizarán a lo largo de esta actividad, por lo que se le designó como la coordinadora de la consultora. Fue la encargada de distribuir todas las tareas a cada integrante del grupo cumpliendo con su rol de líder, asignando las tareas correspondientes a cada integrante con respecto a las habilidades de cada uno.

Javiera Oyaneder

Encargada de la estética del informe y la mantención de un ambiente de trabajo adecuado, en base a las habilidades que presentaba. Gracias a ella se logró un correcto ambiente de trabajo sin mayores contratiempos y de una forma productiva.

Diego Pérez

Encargado de la redacción, con la finalidad de que el lector comprenda sin la necesidad de que tener un conocimiento previo de las palabras técnicas que se usan. Gracias a su fortaleza de colaborador se pudieron terminar todas las actividades tediosas que ningún otro integrante pudo realizar de forma exitosa y en el tiempo estimado.

Francisca Preuss

Mediadora entre los integrantes con la intención de evitar futuros conflictos. Tuvo una gran responsabilidad al momento de la conclusión del informe, ya que gracias a su rol de mediadora pudo opinar de tal manera que representó muy bien el pensamiento de toda la consultora.

Isaac Urra

Encargado de introducir al lector en el tema, de tal manera que cualquier persona pueda comprenderlo, por lo que utilizó un lenguaje simple. Fue el encargado de realizar el resumen ejecutivo y la introducción debido a su habilidad de coordinador y supervisor del trabajo.

XVII.iii LISTA NÚMERO 2

Valentina Caamaño

Encargada de la parte artística del trabajo, debido a que desarrolló un rol fundamental a la hora de dibujar los modelos de la pared del túnel, demostrando que tiene una faceta muy creativa y a su vez nos dejó claro que no tiene miedo a realizar ninguna tarea sin importar su dificultad.

Francisca Lamoza

Reiterando su rol de la Fase 1 y demostrando que la organización es una de sus aptitudes, supo organizar al grupo de tal forma que todos sabían que es lo que debían hacer sin la necesidad de reunirse, dando la posibilidad de que cada uno avanzara por su propia cuenta. Como una de sus tareas principales estaba destinada a reunir toda la información de sus compañeros. Por esto, es que desarrolló un rol muy importante a la hora de estar pendiente de que todos entregaran su parte en la fecha prestablecida.

Javiera Oyaneder

Con su capacidad de captar siempre lo más importante se encargó de realizar los mapas conceptuales de una forma clara y ordenada. Su fortaleza de mediadora nos ayudó a todos, ya que gracias a ella logramos llega a un acuerdo a la hora de reunirnos y así no perder mucho tiempo en esta tarea.

Diego Pérez

Se encargó de colaborar con sus compañeros de grupo en las tareas que más les dificultan a ellos. Desarrolló una habilidad en computación debido a que se hizo experto en las Cartas Gantt de tantas que ha realizado hasta la fecha.

Francisca Preuss

Encargada de realizar el diagrama de espina donde se destaca su habilidad por adaptarse a cualquier tarea que se le dé sin importar la dificultad. Aprovechando su capacidad para organizar realizó un mapa con la intención de distribuir mejor las tareas y que no se carguen todas en la misma persona.

Isaac Urra

Encargado de hacer más ameno el trabajo para todos, demostrando que es una cualidad de él ser armonizador. Debido a su capacidad para las matemáticas ayudó a repartir el tiempo para que el informe fuera concluido en la cantidad días dados para realizarlo.

XVII.iv LISTA NÚMERO 3

Valentina Caamaño

Una vez que se le entrega un problema, debe analizar y buscar todas las opciones viables para solucionarlo, además de asignar una carga laboral justa y equitativa entre los integrantes del grupo. Su papel de armonizadora se manifiesta en la entrega de tareas, pues es la encargada de explicar en caso de conflictos quién y porqué es el más adecuado para cada labor. También cumple la función de "psicóloga grupal", gracias a su buena relación con cada integrante del grupo.

Francisca Lamoza

Encargada de la ejecución de todas las tareas que deben ser realizadas a mano o que requieren de un cierto grado de prolijidad artística, como lo son los dibujos y bocetos, la gran parte de las ideas creativas que surgen en el grupo vienen de su parte. También cumple un rol colaborador, es decir, ayuda a cualquier otro integrante en alguna otra tarea, puede no ser su responsabilidad, pero trasciende a otras labores del grupo y se hace presente en cada actividad de este.

Javiera Oyaneder

Su trabajo se puede apreciar desde labores como escribir partes que los demás dictan en un computador, hasta la de ser la última que escribe cada parte del documento final, su rol tiene efectos sobre cada aporte que los integrantes del grupo entregan. También es muy importante su rol de socializadora, pues siempre tiene que haber alguien que le de dinamismo a las relaciones grupales y entregue un poco humor y relajo a los demás.

Diego Pérez

Se ocupa de darle forma a las tareas, ideas, y formatos de los avances que se deben entregar. En pocas palabras, es quien revisa la estética y orden de cada actividad que se va realizando, su labor permite un trabajo más limpio en un ambiente más agradable. Es también el organizador de espacios y subprocesos del trabajo, todo con el fin de obrar en un ambiente más productivo y sin distracciones.

Francisca Preuss

Delegada a transcribir la información que se le entrega, la cual anteriormente es ordenada y revisada. Dentro de sus tareas, también se encuentra motivar a sus compañeros y, por lo tanto, mantener una buena actitud constante en el grupo, lo que es de gran importancia al favorecer un buen ambiente de trabajo y alcanzar las metas que el grupo se propone en las fechas que se tienen estipuladas.

Isaac Urra

Su gestión radica en buscar nuevas soluciones, tomarse el tiempo de investigar e intentar un nuevo camino que podría resultar más conveniente que los antes pensados, en este caso, fue el responsable de ofrecer una solución a un problema que requería de la búsqueda de la mejor solución disponible y de mucho ingenio para llegar a esto. También cumple las labores de mediador, es decir, puede ser el intermediario entre integrantes del grupo, o entre el grupo y algún profesor.

XVII.v LEYENDA CARTAS GANTT

LEYENDA		
		Todos
		Valentina Caamaño
		Javiera Oyaneder
		Francisca Lamoza
		Francisca Preuss
		Diego Pérez
		Isaac Urra
	P	Plan
	A	Actual

XVII.vi CARTA GANTT FASE 1

Actividades	20-abr	21-abr	22-abr	23-abr	24-abr	25-abr	26-abr	27-abr	28-abr	29-abr	30-abr	01-may	02-may
Visita Metro(Se realizaron preguntas)	P												
	A												
Recopilar información		P			P								
		A			A								
Fotografías	P												
	A												
Inicio del informe					P	P							
					A	A							
Resumen ejecutivo												P	
												A	
Introduccion										P			
											A		
Anexo										P			
										A			
Información del contrato										P			
											A		
Informacion del metro										P			
										A	A		
Tabla de contenido												P	
												A	
Carta Gantt 1 y 2					P	P							
					A			A	A				
Conclusión												P	
												A	
Lista numero 1												P	
													A
Autoevaluación													P
													A

Como equipo concluimos que seguir una carta Gantt no es tan fácil como pensábamos y, es por esto que algunos días no cumplimos con la tarea que debíamos hacer.



UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

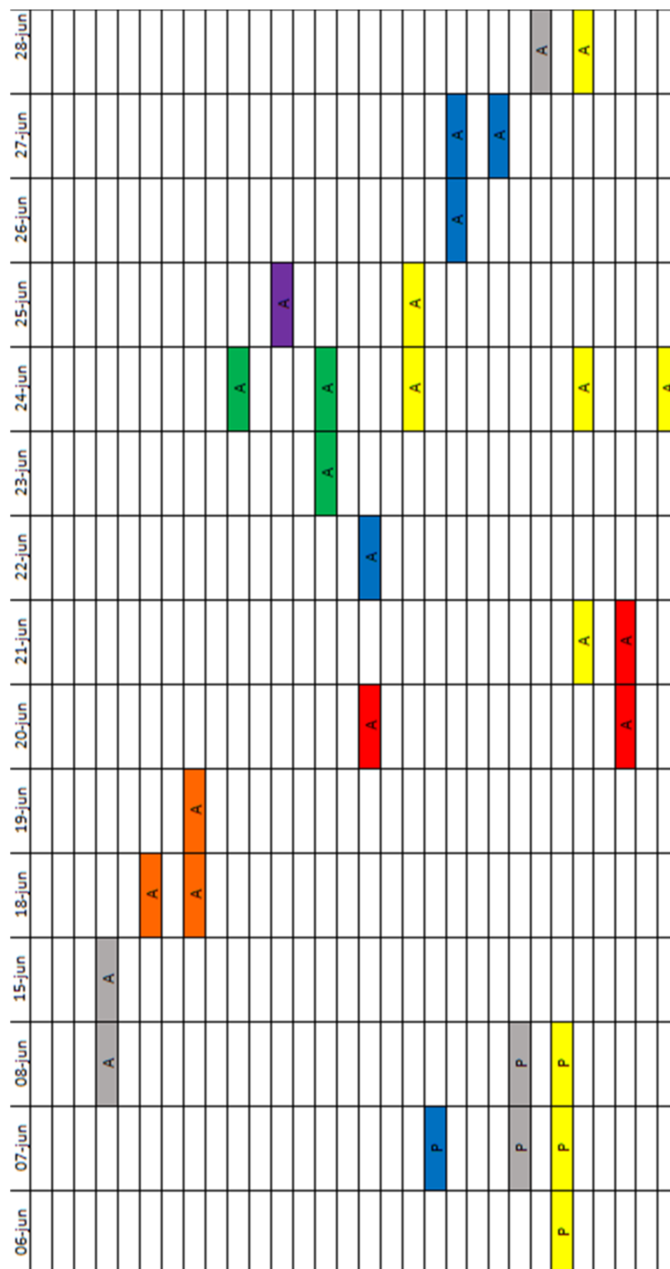
DEPARTAMENTO
DE OBRAS CIVILES

XVII.vii PLANIIFICACIÓN FASE 2

Actividades	02-may	04-may	09-may	11-may	16-may	18-may	30-may	31-may	01-jun	02-jun	03-jun	04-jun	05-jun	06-jun	07-jun	08-jun
Recopilación de Información en clases	P		P		P											
Laboratorios		P		P		P										
Desempeño de hormigón vs tiempo										P	P					
Desempeño de acero										P	P					
Cantidad de agua que pasa por el suelo										P	P					
Factores que favorecen la infiltración de agua										P	P					
Diagrama de espina de pescado												P	P			
Sistemas mecánicos								P	P			P				
Calculo comparativo del espacio y tiempo para sus instalaciones										P	P					
Carta Gantt 2 y 3											P		P		P	
Lista numero 2										P	P					
Autoevaluación															P	P
Edición del Informe														P	P	P
Modelo de la pared del túnel										P	P					
Comportamiento del hormigón, acero y suelo											P	P				

XVII.viii CARTA GANTT FASE 2

Actividades	02-may	04-may	09-may	11-may	16-may	18-may	30-may	31-may	01-jun	02-jun	03-jun	04-jun	05-jun
Recopilación de información en clases	P		P		P								
	A		A										
Laboratorios		P		P		P							
		A											
Desempeño de hormigón vs tiempo										P	P		
Desempeño de acero										P	P		
Cantidad de agua que pasa por el suelo										P	P		
Factores que favorecen la infiltración de agua										P	P		
Diagrama de espina de pescado												P	P
Sistemas mecánicos								P	P			P	
Calculo comparativo del espacio y tiempo para sus instalaciones										P	P		
Carta Gantt 2 y 3											P		P
Lista numero 2										P	P		
Autoevaluación													
Edición del Informe													
Modelo de la pared del túnel										P	P		
Comportamiento del hormigón, acero y suelo											P	P	



A modo de conclusión, la movilización en que estuvo sumida la universidad nos hizo retrasar nuestras actividades y es por esto, que el Plan-Actual quedó tan desordenado.

XVII.ixPLANIFICACIÓN FASE 3

Actividades	17-jul	18-jul	19-jul	20-jul	21-jul	22-jul	23-jul	24-jul	25-jul	26-jul	27-jul
Evaluación de opciones	P	P									
Diseño de un plan		P	P	P							
Funciones en EXCEL del tiempo necesario					P						
Presentacion de un ejemplo						P	P				
Nuevo resumen ejecutivo							P	P			
Carta Gantt de la Fase 3										P	
Lista numero 3										P	
Mapa del suelo con ague en compresión								P			
Edición del Informe							P		P	P	
Diseño de una seccion transversal del tunel en distintas situaciones								P	P		
Recomendaciones para parar dos tipos de grietas							P				

XVII.x CARTA GANTT FASE 3

Actividades	17-jul	18-jul	19-jul	20-jul	21-jul	22-jul	23-jul	24-jul	25-jul	26-jul	27-jul	28-jul	29-jul
Evaluación de opciones	P	P											
							A	A					
Diseño de un plan		P	P	P									
						A	A	A					
Funciones en EXCEL del tiempo necesario					P								
									A	A			
Presentacion de un ejemplo						P	P						
								A	A				
Nuevo resumen ejecutivo							P	P					
							A	A					
Carta Gantt de la Fase 3										P			
													A
Lista numero 3										P			
												A	
Mapa del suelo con ague en compresión								P					
								A					
Edición del Informe							P		P	P			
								A		A		A	A
Diseño de una seccion transversal del tunel en distintas situaciones								P	P				
								A	A				
Recomendaciones para parar dos tipos de grietas							P						
								A					

Finalmente, como equipo nos dimos cuenta de que, frente a los resultados obtenidos en el plan, lo mejor hubiera sido repartir de forma equitativa las tareas, ya que así se podría haber realizado un trabajo íntegro y ordenado con un buen ambiente entre compañeros.

XVII.xi AUTOEVALUACIÓN 1

Escala de Like: 1 = Muy Mala, 2 = Mala, 3 = Regular, 4 = Bueno, 5 = Muy Bueno

CATEGORÍA	PREGUNTA	RESPUESTA	
		Número	Texto o Likert
RENDIMIENTO	¿Cuántas reuniones organizó el equipo?	7	
	¿Qué tan efectivamente trabajaron juntos según		
	• Organización interna en Likert 1-5		1 2 3 4 5★
	• Creación de ideas en Likert 1-5		1 2 3 4★ 5
	• Contribución equitativa al trabajo		1 2 3 4★ 5
AMBIENTE DE TRABAJO Y RELACIÓN ENTRE LOS INTEGRANTES	¿Cuál fue el medio más efectivo de comunicación que usó el equipo?		En persona.
	¿**Cómo** sientes que fue la comunicación entre los integrantes?		1 2 3 4 5★
	Evalúe el ambiente según en Likert 1-5		1 2 3 4 5★
	Confianza entre los integrantes		1 2 3 4 5★
	Comodidad de la relación entre los integrantes. Llevarse con los otros integrantes		1 2 3 4 5★
RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DENTRO DEL EQUIPO	¿El equipo tuvo problemas para trabajar?		*Si* *No*★
	Si la respuesta es sí, qué tan efectivamente el equipo trató con ellos en Likert 1-5		1 2 3 4 5
FORTALEZAS - DEBILIDADES	¿Cuáles son las fortalezas de su equipo? Nombrar	Las fortalezas del equipo son: la responsabilidad, empatía y organización.	

	¿Qué debilidades tiene su equipo?	Las debilidades son: la distribución del trabajo
	Si la respuesta es positiva, ¿cuáles son sus planes para resolverlas o sacar adelante?	Planificar de manera estructurada la Carta Gantt para poder distribuir de manera efectiva las tareas a realizar.

XVII.xii AUTOEVALUACIÓN 2

Escala de Like: 1 = Muy Mala, 2 = Mala, 3 = Regular, 4 = Bueno, 5 = Muy Bueno

CATEGORÍA	PREGUNTA	RESPUESTA	
		Número	Texto o Likert
RENDIMIENTO	¿Cuántas reuniones organizó el equipo?	3	
	¿Qué tan efectivamente trabajaron juntos según		
	• Organización interna en Likert 1-5		1 2 3 ★4 5
	• Creación de ideas en Likert 1-5		1 2 3 ★4 5
	• Contribución equitativa al trabajo		1 2 ★3 4 5
AMBIENTE DE TRABAJO Y RELACIÓN ENTRE LOS INTEGRANTES	¿Cuál fue el medio más efectivo de comunicación que usó el equipo?		En persona.
	¿**Cómo** sientes que fue la comunicación entre los integrantes?		1 2 3 ★4 5
	Evalúe el ambiente según en Likert 1-5		1 2 3 4 ★5
	Confianza entre los integrantes		1 2 3 4 ★5
	Comodidad de la relación entre los integrantes. Llevarse con los otros integrantes		1 2 3 4 ★5
RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DENTRO DEL EQUIPO	¿El equipo tuvo problemas para trabajar?		*Si* *No* ★
	Si la respuesta es sí, qué tan efectivamente el equipo trató con ellos en Likert 1-5		1 2 3 4 5
FORTALEZAS - DEBILIDADES	¿Cuáles son las fortalezas de su equipo? Nombrar		Las fortalezas del equipo son: la responsabilidad, empatía y organización.

	¿Qué debilidades tiene su equipo?	Las debilidades son: la comodidad que se dio por el paro, ya que el trabajo se demoró más de lo previsto.
	Si la respuesta es positiva, ¿cuáles son sus planes para resolverlas o sacar adelante?	Esto se resolverá al acabarse el estado de movilización.

UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

EX UMBRA IN SOLEM

DEPARTAMENTO DE OBRAS CIVILES

XVII.xiii AUTOEVALUACIÓN 3

Escala de Likert: 1 = Muy Mala, 2 = Mala, 3 = Regular, 4 = Bueno, 5 = Muy Bueno

CATEGORÍA	PREGUNTA	RESPUESTA	
		Número	Texto o Likert
RENDIMIENTO	¿Cuántas reuniones organizó el equipo?	5	
	¿Qué tan efectivamente trabajaron juntos según		
	• Organización interna en Likert 1-5		1 2 3 4 5
	• Creación de ideas en Likert 1-5		1 2 3 4 5
	• Contribución equitativa al trabajo		1 2 3 4 5
AMBIENTE DE TRABAJO Y RELACIÓN ENTRE LOS INTEGRANTES	¿Cuál fue el medio más efectivo de comunicación que usó el equipo?		Reunirnos personalmente y por medio de whatsapp.
	¿**Cómo** sientes que fue la comunicación entre los integrantes?		1 2 3 4 5
	Evalúe el ambiente según en Likert 1-5		1 2 3 4 5
	Confianza entre los integrantes		1 2 3 4 5
	Comodidad de la relación entre los integrantes. Llevarse con los otros integrantes		1 2 3 4 5
RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DENTRO DEL EQUIPO	¿El equipo tuvo problemas para trabajar?		*Si* *No*
	Si la respuesta es sí, qué tan efectivamente el equipo trató con ellos en Likert 1-5		1 2 3 4 5
FORTALEZAS - DEBILIDADES	¿Cuáles son las fortalezas de su equipo? Nombrar	Las fortalezas del equipo radican en la responsabilidad, el compañerismo y la entrega para realizar un trabajo meticuloso.	
	¿Qué debilidades tiene su equipo?	El equipo se vio débil en la organización y entrega de tareas a cada integrante.	

	Si la respuesta es positiva, ¿cuáles son sus planes para resolverlas o sacar adelante?	